

다발 원통 튜브형 그레이인의 연소 불안정 억제를 위한 실험적 연구

성 홍계, 변 종렬, 김 윤곤
국방과학연구소

(E-mail : hgsung1@hananet.net)

연소실의 세장비(aspect ratio)가 작으면서 추진제의 고 충전을 이용한 단시간 연소 모타는 유도탄의 사출 모타 용으로 사용될 수 있다. 사출 모타는 일반적으로 모타 무게에 대한 제약 조건이 까다롭지 않기 때문에 무게 경량화에 대한 부담은 줄어들지만, 모타의 부피가 커지면 유도탄 발사 장치의 부피가 커지기 때문에 공간적인 측면에서 가능한 작게 하는 것이 시스템 전체의 효율을 증대시킬 수 있다. 또한 사출 모타의 연소 시간이 짧기 때문에(1초 이내) 추진제의 웹 두께가 작으므로 연소실의 주어진 공간에서 추진제를 많이 채우기 위한 방법으로 원통 튜브형 그레이인을 여러 개의 다발로 사용하는 방법이 효과적이다. 이러한 관점에서 사출 모타용으로 다발 원통 튜브형 그레이인을 설계/제작/연소시험을 하였더니 작은 저주파(약 10Hz)의 연소 불안정 현상이 발생하였다.(그림1). 이러한 주파수 대역은 일반적으로 잘 알려진 연소 불안정 모드 (longitudinal, tangential, and radial mode)와는 다른 아주 특이한 현상이다. 이러한 현상의 주 원인은 연소실 내 압력의 비평형에 의한 현상이라 판단되어 다음과 같은 연구를 수행하였다. 1) 그레이인 튜브간의 압력 평형을 원활하게하기 위하여 그레이인에 구멍(홀)을 뚫어서 연소 안정화에 미치는 영향에 대한 연구(그림2), 2) 그레이인에 홀을 뚫지 않고 격자와 격자간의 공간을 이용하여 그레이인 간에 발생된 저주파의 압력 진동을 산란/소멸 시키는 연소 안정화 연구(그림3).

1) 홀을 이용한 경우: 그림 4에서 알 수 있듯이 홀이 없을 때 나타나던 저주파의 압력 진동이 홀의 개수가 증가됨에 따라 제거됨을 알 수 있었다. 그러나 홀의 개수가 많을수록, 홀의 크기가 클수록 압력 상승률이 크게 둔화됨으로 발사관 내에서의 유도탄 속도 및 가속도를 증가시키지만 궁극적인 목표인 유도탄이 발사관에서 이탈되는 속도를 저하 시킨다.

2) 격자를 이용한 경우: 격자의 크기에 따라 압력 진동이 산란되는 주파수 범위가 다르게 되므로 격자의 개수를 몇 가지로 변화시켜 보았다. 격자를 사용하여 그레이인의 홀이 없이도 저주파의 압력 진동을 억제할 수 있었을 뿐만 아니라, 압력 상승률이 홀을 이용한 경우 보다 월등히 커졌음을 알 수 있었다(그림 5). 이는 유도탄이 발사관 내부에서 불필요하게 가속도가 증가되는 것을 막을 뿐 아니라 사출 속도를 크게 함을 의미한다.

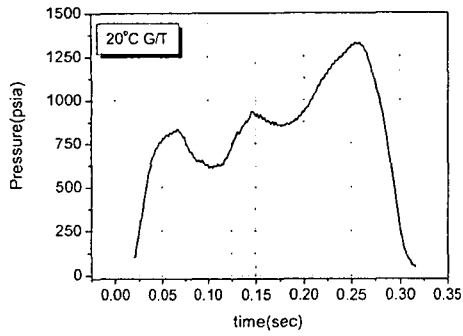


그림1) 연소불안정이 나타난 경우의 압력-시간 선도

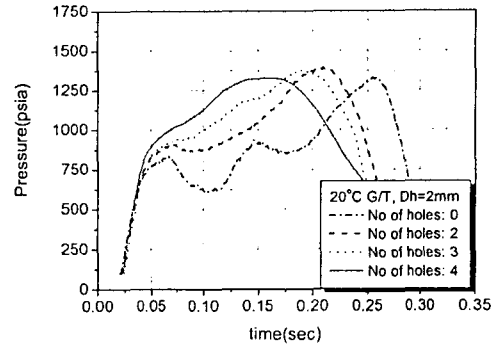


그림4) 홀이 연소안정에 미치는 영향을 나타내는 압력-시간 선도

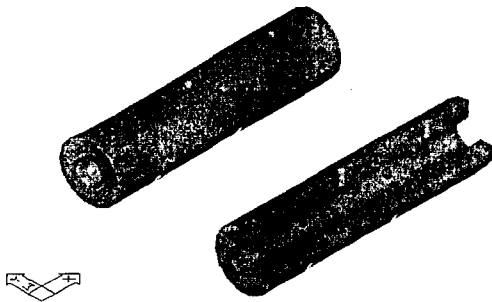


그림2) 홀을 뚫은 원통 튜브 그레인 형상

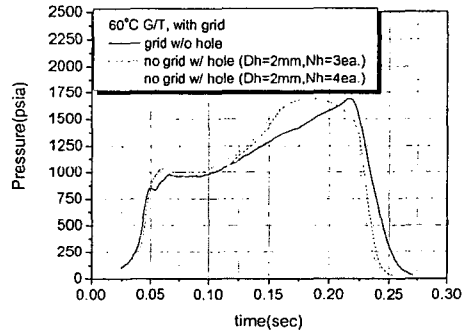


그림5) 격자가 연소안정에 미치는 영향을 나타내는 압력-시간 선도

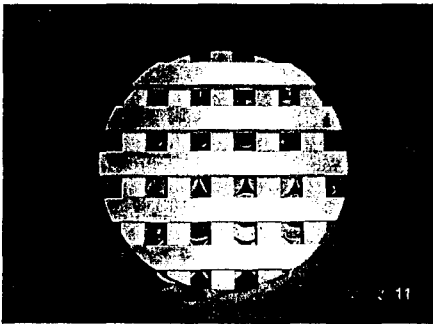


그림3) 격자 형상